Источники благородных металлов (Au, Pt, Pd) на Северном Кавказе

© 2019 г. И. А. Богущ¹, В. И. Черкашин²

¹Новочеркасский политехнический институт, 346430, г. Новочеркасск,
ул. Просвещения, 132, e-mail: i_bogush@mail.ru

²Институт геологии Дагестанского научного центра РАН,
367030, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Ярагского 75, e-mail: dangeo@mail.ru

Поступила в редакцию 07.09.2018 г., принята к печати 26.11.2018 г.

Объект исследований. На Северном Кавказе выделены два первичных разновозрастных региональных источника благородных металлов: 1) каледонский – ультрабазиты Передового хребта (золото, платина палладий); 2) герцинский – медноколчеданные месторождения (золото) и черносланцевый тип (Au, Pt, Pd). Благородные металлы этих источников образуют крупные площадные скопления и рудные аномалии, представляющие поисковый интерес. **Материалы и методы.** Многолетние полевые геологические исследования, положенные в основу настоящей работы, заключались в детальном геологическом и минералогическом картировании девонских сланцев и вулканитов, а также ордовикских ультрабазитов Северного Кавказа. При этом составлялись карты, схемы и разрезы участков с рудной минерализацией с отбором литогеохимических, штуфных и бороздовых проб. Лабораторные исследования включали в себя изучение образцов и проб геохимическими, петрографическими, минералогическими и физико-минералогическими методами. **Результаты.** Были установлены основные источники Au, Pt, Pd и генетические типы их месторождений; выделены четыре разновозрастные площадные геохимические аномалии (поля) с постоянным содержанием золота, платины и палладия в сумме не менее 1 г/т. **Практическое значение.** Сделан вывод о наличии крупномасштабных аномалий Au, Pt, Pd и выделена новая Северокавказская провинция благородных металлов.

Ключевые слова: Северный Кавказ, благородные металлы, золото, платина, палладий, площадные аномалии, металлогенический потенциал

Sources of noble metals (Au, Pt, Pd) in the North Caucasus

Il'ya A. Bogush¹, Vasily I. Cherkashin²

¹Novocherkassk Polytechnic Institute, 132 Prosveshenay st., Novocherkassk, 346428 Russia,
e-mail: i_bogush@mail.ru

²Institute of Geology Dagestan Sc. Cenetr of RAS, 75 M. Yaragsky st., Makhachkala, 367030 Russia,
e-mail: dangeo@mail.ru

Received 07.09.2018, accepted 26.11.2018

Object of research. In the North Caucasus, two primary sources of precious metals of different ages were identified: 1) Caledonian – ultrabases of the Advanced range (gold, palladium platinum); 2) Hercynian – copper-pyrite deposits (Au) and black-shale type (Au, Pt, Pd). Precious metals these sources form a large area of accumulation and ore anomalies that represent search interest. **Materials and methods.** Long-term field geological studies, which are the basis of this work, consisted in a detailed geological and mineralogical mapping of Devonian shale and volcanites, as well as Ordovician ultrabases of the North Caucasus. It was compiled maps, charts, and sections of areas with ore mineralization litho-geochemical sampling and channel samples. Laboratory studies involved examination of specimens and samples geochemical, petrographic, physical and mineralogical methods. **Results.** The main sources of Au, Pt, Pd and genetic types of their deposits were identified; four different age areal geochemical anomalies (fields) with a constant content of gold, platinum and palladium in the amount of not less than 1ppm were identified. **Implication.** The conclusion about the presence of large-scale anomalies of Au, Pt, Pd was made and the new North Caucasus province of noble metals was distinguished.

Keywords: North Caucasus, noble metals, gold, platinum, palladium, areal anomalies, metallogenic potential

Для цитирования: Богущ И.А., Черкашин В.И. (2019) Источники благородных металлов (Au, Pt, Pd) на Северном Кавказе. *Литосфера*, **19**(3), 465–471. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-3-465-471

For citation: Bogush I.A., Cherkashin V.I. (2019) Sources of noble metals (Au, Pt, Pd) in the North Caucasus. *Litosfera*, **19**(3), 465–471. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-3-465-471

ВВЕДЕНИЕ

Освоение и изучение благородных металлов на Северном Кавказе началось в 30-е гг. прошлого столетия. В это время в регионе происходили поиски и старательская разработка россыпного золота в долинах рек Бол. и Мал. Лабы, Кубани, Урупа, Бескеса, Баксана. С открытием в 1950-х гг. Урупского медноколчеданного месторождения с золоторудной “железной шляпой”, которое до настоящего времени относится к числу золоторудных промышленных объектов и дает, наряду с медью, промышленное золото, Северный Кавказ становится признанной золоторудной провинцией, в пределах которой выявлены Чучкурское и Радужное месторождения золота сульфидного, кварцево-сульфидного типа. Длительное время основным направлением исследования благородных металлов Северного Кавказа было изучение исключительно золота кварцево-сульфидного типа, а большие территории распространения углеродсодержащих черносланцевых толщ и ультрамафитовые комплексы оставались за пределами внимания. Лишь с началом нашего столетия в комплексную проблему “благородные металлы” были включены золото, платина и палладий [Лазаренков и др., 1998; Богуш и др., 2010; 2016а, б; 2017; Парада и др., 2014; 2017]. Находки россыпных минералов [Богуш и др., 2010] всей платиновой группы в известных золоторудных районах Северного Кавказа способствовали поискам их первичных источников и значительно расширили потенциал региона на благороднометалльное оруденение.

Изучение рудной полосы Передового хребта Северного Кавказа (протяженностью более 200 км) позволило, установить основные источники Au, Pt, Pd и генетические типы их месторождений. Были выделены четыре разновозрастные крупные (10–100 км²) площадные геохимические аномалии (поля) с постоянным содержанием золота, платины и палладия в сумме не менее 1 г/т. Выделенные аномалии в известных рудных районах, хотя и имеют площадные размеры, но контуры их “открытого типа” не ограничены границами выклинивания аномальных содержаний металлов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу настоящей работы положены многолетние исследования металлогении, магматизма, петрологии, геохимии и геотектонической истории развития рудных районов фанерозойских территорий Северного Кавказа. Полевые геологические исследования заключались в детальном геологическом и минералогическом картировании девонских сланцев и вулканитов, а также ордовикских ультрабазитов Северного Кавказа. При этом составлялись

карты, схемы и разрезы участков с рудной минерализацией с отбором литогеохимических, штучных и бороздовых проб. Такая методика была применена ко всей 200-километровой полосе металлогенической зоны Передового хребта, в первую очередь в Урупо-Лабинском, Худесском и Кубанском рудных районах, с последующим обобщением данных о благородных металлах по всей выделенной перспективной полосе. Лабораторные исследования включали изучение образцов и проб геохимическими, петрографическими, минераграфическими и физико-минералогическими методами. В результате более чем 20-летних исследований были определены разновозрастные площадные геохимические аномалии золота, платины и палладия, начиная от каледонской и завершая альпийской металлогенической эпохой.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рудоносные каледонские ультрабазиты

Наиболее древние источники благородных металлов связаны с древнейшими магматическими комплексами Кавказа – ордовикскими ультрабазитами Передового хребта [Гончаров и др., 2007; Парада и др., 2014; Богуш и др., 2017]. Региональная полоса альпинотипных ультрабазитов проходит по северной границе Передового хребта и совпадает с глубинной Пшекиш-Тырныаузской тектонической зоной. Возраст ультрабазитов определяется как нижнепалеозойский (450 ± 25 млн лет) [Плошко, 1986], они являются наиболее древними магматическими породами Северного Кавказа. Восточный фланг этой полосы ультрабазитов отмечен крупным Малкинским массивом, западный – Беденским массивом. Аномальные содержания благородных металлов (Pt, Pd, Au) обнаружены в продуктах выветривания обоих массивов [Лазаренков и др., 1998; Парада и др., 2014; Богуш, 2016а, б; Парада, 2017] с аномальными концентрациями [Богуш, 2016б], в сумме достигающими 1.0–1.5 г/т. Ультрабазиты Северного Кавказа являются первым и древнейшим каледонским источником благородных металлов в пределах зоны Передового хребта.

Благородные металлы в черных сланцах. Герциниды

Благороднометалльная минерализация ультрабазитов проявилась в окружающих девонских черных сланцах аспидной формации. Углеродсодержащие комплексы (филлиты) андрюкской и артыкчатской (бахмуткинской) свит (D₂gv-D₃fm) развиты вдоль всего Передового хребта и считаются потенциально рудоносными на платину (благородные металлы) в масштабе России [Гурская, 2000]. В мировой практике углеродсодержащие чернослан-

Рис. 1. Лабинский участок, Беденский массив ультрабазитов, рудная зона Грушовая (I), кора выветривания серпентинитов.

1 – аллювиальные отложения; 2 – песчаники нижней юры; 3 – черносланцевая толща (D₂₋₃bh – бахмуткинская свита); 4 – серпентиниты (sp); 5 – вулканиты; 6 – лейкократовые граниты; 7 – рудная зона; 8 – тектонические нарушения; 9 – юрский базальный горизонт и рудоносная кора выветривания серпентинитов.

Fig. 1. Labinsky area, Bedensky massif of ultrabasites, ore zone Grushovaya (I), weathering crust of serpentinites.

1 – alluvial deposits; 2 – sandstones of the Lower Jurassic; 3 – black-shale strata (D₂₋₃bh – Bakhmutkinskaya Formation); 4 – serpentinites (sp); 5 – volcanites; 6 – leucocratic granites; 7 – ore zone; 8 – tectonic disturbances; 9 – Jurassic basal horizon and ore-bearing crust of weathering of serpentinites.

цевые толщи являются одним из главных поставщиков благородных металлов, в том числе платины [Holland, 1979; Gurskaya, 1991; Гурская, 2000; Mao et al., 2002]. Аномально высокие концентрации благородных металлов нами выделены в сланцах на участке балки Грушовой Лабинского района (рис. 1) [Гончаров и др., 2007; Богуш и др., 2016а, 2017]. В зоне Грушовая на протяжении 1 км отобрано 28 бороздовых и штучных проб в сланцах с рудной минерализацией (пирит, халькопирит, бравоит, пентландит, арсениды и антимониды никеля, сфалерит, галенит, арсенопирит, платина, золото).

Аномальные концентрации благородных металлов нами выделены в сланцах на участке балки Грушовой Лабинского района [Богуш и др., 2016а, 2017] (табл. 1).

Из 27 проб в 12 пробах сумма благородных металлов превышает 1 г/т, а в остальных пробах не опускается ниже 0.6 г/т. Результаты работ [Богуш и др., 2016а, 2017] по зоне Грушовой дают авторам основание оценить количество минерализованной массы с благородными металлами в 27 млн т (при

размерах рудной зоны 1000 × 100 × 100 м), что дает 24 т благородных металлов (Au – 8.71, Pt – 8.19, Pd – 7.88 т). Анализы выполнены в лаборатории Физико-химических исследований института геологии Дагестанского центра РАН атомно-абсорбционным методом.

Золото и платиноиды зоны Грушовой присутствуют в сланцах как в диффузной форме, так и в виде обособившихся зерен минералов золота (рис. 2) и платины в ассоциации с пиритом, бравоитом, сфалеритом, халькопиритом и галенитом.

Аналогичные аномалии Au, Pt, Pd нами установлены и в сланцах рек Уруп и Бескес. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что формирование и источник материала черных сланцев непосредственно связаны с ультрабазитами [Богуш, 2016а, б, 2017], в которых четко проявляется пространственная связь герцинских черных сланцев с глубинными разломами и офиолитовым поясом Северного Кавказа. Рудная зона Грушовая находится в пределах южного контакта, а балка Бахмутка – в рай-

Таблица 1. Содержание металлов в черных сланцах по простиранию зоны Грушовой (1 км), г/т**Table 1.** Metal content in ferrous shales along the strike of the Grushovaya zone (1 km), ppm

№ п.п.	Au	Pt	Pd	Co	Ni	Cu	Zn
1	0.18	0.24	0.26	6.0	3.0	89.0	15.0
2	0.30	0.41	0.38	6.0	3.5	90.1	14.4
3	0.22	0.25	0.31	7.0	38.0	11.0	29.0
4	0.16	0.11	0.09	6.5	35.5	11.5	25.4
5	0.31	0.24	0.30	5.0	24.0	39.0	26.0
6	0.64	0.55	0.41	7.0	19.0	12.0	20.0
7	0.52	0.32	0.28	7.3	22.5	14.4	20.6
8	0.56	0.41	0.38	7.0	40.0	19.0	22.0
9	0.11	0.018	0.017	8.0	35.0	50.0	24.0
10	0.34	0.41	0.38	7.3	34.4	42.5	22.2
11	0.51	0.55	0.57	5.9	51.0	8.0	13.0
12	0.34	0.34	0.28	5.0	36.0	3.0	42.0
13	0.30	0.29	0.41	6.1	20.3	2.2	12.8
14	0.32	0.33	0.36	4.8	18.0	6.5	26.6
15	0.29	0.33	0.33	0.37	17.7	12.9	32.2
16	0.31	0.29	0.34	3.0	16.0	16.0	42.0
17	0.23	0.25	0.25	5.0	38.0	12.0	26.0
18	0.22	0.32	0.19	6.0	35.5	13.3	20.7
19	0.25	0.18	0.20	12.3	40.3	12.7	18.8
20	0.40	0.36	0.41	12.0	46.0	6.0	22.0
21	0.42	0.44	0.29	10.7	30.3	7.2	18.6
22	0.45	0.30	0.32	12.4	45.5	10.7	18.0
23	0.50	0.45	0.44	12.4	36.6	13.3	19.8
24	0.56	0.40	0.39	12.0	8.1	24.0	20.0
25	0.33	0.05	0.11	9.0	—	21.3	—
26	0.28	0.2	0.14	7.6	—	55.5	—
27	0.38	0.05	0.2	11.1	—	22.9	—
Ср. содержание	0.335	0.315	0.303	29.5	3.0	21.8	21.2
Интервал разброса	0.11–0.64	0.018–0.55	0.09–0.57	0.37–12.4	3.0–51.0	3.0–90.1	12.8–42.0

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории Физико-химических исследований института геологии Дагестанского научного центра РАН атомно-абсорбционным методом.

Note. Analyzes were performed in the Laboratory of Physical and Chemical Research at Institute of Geology Dagestan Scientific Center RAS by atomic absorption method.

оне северного экзоконтакта Беденского массива серпентинитов. Кластогенный материал черных сланцев часто представлен обломками ультрабазитового состава и шпинелидами (пикотитом). Типоморфным для черных сланцев артыкчатской (бахмуткинской) свиты зоны Грушовой является комплекс элементов ультрамафитовых пород: Cr – в среднем 0.089% (КК = 10.72), Co – среднее 0.0065% (КК = 3.6), Ni – 0.0243% (КК = 4.19), Mn – среднее 0.278% (КК = 2.78), V – среднее 0.133% (КК = 1.48), P – среднее 0.127% (КК = 1.37), Ti – среднее 0.447% (КК = 0.99).

Эти факты подчеркивают тесную генетическую унаследованную связь девонских черных сланцев с

Рис. 2. Зерна золота в черных сланцах балки Грушовой (размер золотин 2 × 4 мм)**Fig. 2.** Grains of gold in black shades of Grushovaya ravine (gold size 2 × 4 mm)

ордовикскими ультрабазитами. Продукты разрушения ультрабазитов Северного Кавказа поставляют материал терригенной и хемогенной составляющих региональной черносланцевой толще. Учитывая химическую и физическую устойчивость благородных металлов в экзогенных процессах, можно представить ультрабазиты донорами золота, платины и палладия для черных сланцев. Сепарация благородных металлов, очевидно, происходила позже, при метаморфизме (зеленокаменных изменениях) и локальных наложенных флюидоактивных герцинских процессах. С учетом сказанного вся полоса девонских черных сланцев Северного Кавказа нуждается в проведении поисковых работ на благородные металлы. Выделенные площадные аномалии благородных металлов черных сланцев “открыты” в площадном отношении и не имеют четких геологических границ. Анализ геологической обстановки и характера минерализации зоны Грушовой показывает сходство зоны с известным крупным месторождением Сухой Лог [Гурская, 2000; Додин и др., 2000]. Содержание золота в зоне близко к нижней границе его содержания для месторождения Сухой Лог, а вмещающие черные сланцы аналогичны.

Благородные металлы нижнеюрской коры выветривания. Киммериды

Палеозойские толщи пород, полиметаллические, медноколчеданные, золоторудные месторождения с размывом и стратиграфическим несогласием перекрываются пологозалегающими осадочными толщами нижней юры. Стратиграфическое несогласие сопровождается мощной зоной базальной коры выветривания, погребенной под плинсбах-

скими отложениями. Шлихоустойчивые минералы палеозойских рудных объектов, в первую очередь благородных металлов, обогащают нижнеюрские базальные горизонты (плинсбах, аален).

Донорский характер ультрабазитов установлен нами при изучении юрской коры выветривания Беденского серпентинитового массива [Богущ и др., 2016б]. Кровля Беденского массива в значительной степени подвержена доюрским эрозийным процессам и перекрывается терригенными песчаными комплексами нижней юры (плинсбах) (рис. 3). Древняя кора выветривания и базальный горизонт залегают на размытой поверхности серпентинитов и имеют значительную мощность – до 30 м.

Благородные металлы в серпентинитах визуально не образуют скоплений и находятся в рассеянном состоянии, четкие аномалии благородных металлов с высокими содержаниями наблюдаются в продуктах выветривания серпентинитов [Лазаренков и др., 1998; Додин и др., 2000; Богущ, 2016б]. Геохимические исследования коры выветривания показывают, что благородные металлы аномально обогащают все породы коры выветривания (см. рис. 3).

Из приведенного материала следует, что серпентиниты в свежем состоянии содержат незначительное количество платины и палладия при отсутствии золота. Максимальное содержание благородных металлов (золото, платина, палладий) концентрируется в сортированных осадочных образованиях (осадочные руды, песчаники кровли), испытавших латеральную транспортировку и обогащение. Базисная серпентинитовая основа коры выветривания обнаруживает дефицит золота при господствующих содержаниях платины и палладия. Золото, в свою очередь, занимает господствующее положение в динамичных продуктах коры выветривания, обогащенных благородными металлами, испытавшими длительную латеральную транспортировку и перемыв. В то же время обогащение элювия благородными металлами однозначно указывает на серпентиниты как их главный источник.

Учитывая большую мощность и площадь коры выветривания Беденского массива, следует подчеркнуть, что в данном случае в Урупо-Лабинском районе обнаружен крупный аномальный площадной центр благородных металлов. Только кора выветривания площадью 1 км² при мощности 1 м потенциально содержит золота – 3.35, платины – 2.7, палладия – 2.2 т. Общее количество благороднометалльной минерализации с учетом площади коры 5.5 км² и мощности 5 м оценивается авторами следующим образом: золото – 96, платина – 74 и палладий – 55 т.

Благородные металлы в четвертичных отложениях. Альпиды

Россыпное золото Северного Кавказа сопровождается проявлениями минералов платиновой

Рис. 3. Типовой разрез юрской коры выветривания Беденского массива (3.5 м).

1 – базальный горизонт песчаников нижней юры; 2 – осадочные тонкозернистые железные руды; 3 – базальные конгломераты, выветрелые, глинизированные серпентиниты, песчаники, железистые песчаники; 4 – элювий серпентинитов; 5 – трещиноватые, обеленные серпентиниты; 6 – неизмененные серпентиниты.

Fig. 3. A typical section of the Jurassic weathering crust of the Bedensky massif (3.5 m).

1 – the basal horizon of the Lower Jurassic sandstones; 2 – sedimentary fine-grained iron ores; 3 – basal conglomerates, weathered, clay serpentinites, sandstones, ferruginous sandstones; 4 – eluvium of serpentinites; 5 – fractured, whitewashed serpentinites; 6 – unchanged serpentinites.

группы, которые раньше при добыче золота не учитывались [Богущ, 2016а, б]. Золото и платиноиды встречаются в современной аллювии рек Бол. и Мал. Лаба, Уруп, Бескес и Власенчиха (рис. 4, 5).

Водораздельным центром этих рек является Беденский ультрабазитовый массив. Нами изучены золотоносные черные шлихи из руслового аллювия рек Бол. Лаба, Уруп и Власенчиха. Минеральный состав черного шлиха обнаруживает присутствие во всех точках как самой платины, так и минералов платиновой группы. Содержащие платину шлихи золота прежде всего показали повсеместное проявление наиболее редкой и ценной тугоплавкой триады элементов платиновой группы (Os, Ir, Ru) – рутениридосмина [Богущ и др., 2010]. В данном случае водораздельным и геометрическим центром распространения благородных металлов в речном аллювии является Беденский ультрабазитовый массив. В известных черносланцевых комплексах благородных металлов рутениридосминовые россыпи представляют промышленный интерес.

Рис. 4. Россыпное золото р. Уруп (поле зрения 15×12 мм).

Fig. 4. Placer gold p. Urup (field of view 15×12 mm).

Рис. 5. Рутениридосмин (в центре пластина – 1.4 мм в поперечнике). Черный шликс р. Власенчиха.

Fig. 5. Ruteniriosmin (the plate in the center have 1.4 mm across). Black concentrate Vlasenchiha Ruver.

Благородные металлы колчеданных месторождений герцинской риолит-дацитово́й формации

Герцинская металлогеническая эпоха в связи с благородными металлами обнаруживает новый коренной источник золота и платины [Богуш и др., 2016б], связанный с базальтоидным вулканизмом и непосредственно с медноколчеданными месторождениями. Урупское месторождение в рудах и медных продуктах обогащения содержит платину в количестве 0.2 г/т [Рябов, 1994; Богуш и др., 2016а]. В пиритных отходах обогащения руд, в пирите хвостов

схранилищ химически обнаруженное содержание платины также 0.2 г/т. Наши расчеты с учетом объема хвостов 19 млн т показали, что в настоящее время в хвостохранилищах накопилось 3.8 т платины. Продукты размыва железных шляп и руд медноколчеданных месторождений на Северном Кавказе являются источниками россыпного золота и вносят свой существенный вклад золота в россыпи благородных металлов.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Открытие площадных аномалий в магматических, осадочных и метаморфических породах Северного Кавказа позволяет отнести этот регион к перспективным новым провинциям благородных металлов.

Приведенный материал демонстрирует хронологическую модель формирования и трансформации благородных металлов на Северном Кавказе, указывает, что данная территория обладает высоким металлогеническим потенциалом золота, платины и палладия.

Данная хронологическая модель позволяет также сделать следующие выводы и рекомендации.

1. Каледонские (ордовикские) альпинотипные ультрабазиты Передового хребта Северного Кавказа являются первичным источником благородных металлов. Природная сепарация, концентрация и обогащение горных пород благородными металлами в последующие геотектонические эпохи происходят под влиянием эндогенных и экзогенных процессов в продуктах разрушения ультрабазитов.

2. В девонских черносланцевых комплексах установлена терригенная ультрабазитовая составляющая и доказана прямая связь благородных металлов с продуктами разрушения альпинотипных ультрабазитов.

3. Донорская роль ультрабазитов однозначно проявляется в формировании юрских кор выветривания, дающих открытые, площадные аномалии, не ограниченные переходами в нерудные породы благородных металлов с содержаниями, близкими к промышленным.

4. По всей 200-километровой полосе ультрабазитовых интрузий Северного Кавказа следует провести поисковые работы девонских углеродсодержащих толщ и продуктов размыва ультрабазитов в целях выявления потенциальных промышленных рудных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богуш И.А., Бурцев А.А., Черкашин В.И. (2016а) Благородные металлы в черных сланцах Урупо-Лабинского района. *Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа*. Грозный, Акад. наук Чеченской Республики, 35-40.
- Богуш И.А., Рябов Г.В., Кафтана́тий А.Б. (2010) Мине-

- ралы платиновой группы в аллювии бассейна рек Уруп–Большая Лаба (Северный Кавказ). *Докл. АН*, **435**(3), 357-360.
- Богущ И.А., Рябов Г.В., Черкашин В.И. (2017) Центры и прогнозные ресурсы благородных металлов (Au, Pt, Pd) на Северном Кавказе. VII Всерос. научно-техн. конф. с международным участием “Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа”, **VII**(1), М., 20-32.
- Богущ И.А., Черкашин В.И., Рябов Г.В., Абдуллаев М.Ш. (2016) Новый тип оруденения благородных металлов на Северном Кавказе. *Докл. АН*, **466**(2), 193-195.
- Гончаров В.И., Богущ И.А., Исаев В.С., Глазырина Н.В., Джангиров М.Ю., Дарчиева А.Е., Васьков И.М. (2007) Поисковые критерии и перспективы благородных металлов девонских черносланцевых толщ на Северном Кавказе. *Вестн. Владикавказского научного центра РАН*, **7**(3), 19-24.
- Гурская Л.И. (2000) Платинометалльное оруденение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. СПб: ВСЕГЕИ, 208 с.
- Додин Д.А., Чернышов Н.М., Яцкевич Б.А. (2000) Платинометалльные месторождения России. СПб: Наука, 735 с.
- Лазаренков В.Г., Смыслов А.А., Тихомиров Л.И. (1998) Платинометалльные провинции России *Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов*. СПб: СПб ГИ, 210-230.
- Парада С.Г. (2017) Предпосылки и признаки платиноносности гипербазитовых массивов Северного Кавказа. *Наука Юга России*, **13**(1), 59-73.
- Парада С.Г., Маркин М.Ю., Столяров В.В., Шишкалов И.Ю. (2014) Первые химико-аналитические данные о платиноносности Беденского серпентинитового массива (Карачаево-Черкесская Республика). *Докл. АН*, **454**(5), 567-569.
- Плошко В.В. (1986) Гипербазиты Карпато-Крымско-Кавказской складчатой системы. Киев: Наук. Думка, 192 с.
- Рябов Г.В. (1994) Платиноносность руд колчеданных объектов Северного Кавказа (на примере Урупского месторождения). *Геология, оценка и локальный прогноз месторождений цветных, редких и благородных металлов Сб. науч. тр.* Новочеркасск: ЮРГТУ(НПИ), 25-32.
- Gurskaya L.I. (1991) Platinum-group element mineralization associated with the black shales – a new stratiform type ore for PGE. *Abstr. VI Internation. Platinym simpos.* Perth, W. Australia, 23p.
- Holland H.D. (1979) Metals in black shales – a reassessment. *Econ. Geol.*, **74**, 1676-1680.
- Mao J., Leman B., Du A., Zhang G., Ma D., Wang Y., Zeng M., Kerrich R. (2002) Re-Os Dating of Polymetallic Ni-Mo-PGE-Au Mineralization in Low Cambrian Black Shales of South China and Its Geologic Significance. *Econ. Geol.*, **97**, 1051-1060.
- Sh. (2016) A new type of precious metal tools in the North Caucasus. *Dokl. Akad. Nauk*, **466**(2), 193-195. (In Russian)
- Bogush I.A., Ryabov G.V., Kaftanatii A.B. (2010) Platinum-group Minerals in alluvium of the basin of Urup-Bolshaya Laba rivers (the North Caucasus). *Dokl. Akad. Nauk*, **435**(3), 357-360. (In Russian)
- Bogush I.A., Ryabov G.V., Cherkashin V.I. (2017) The centers and forecast resources of noble metals (Au, Pt, Pd) in the North Caucasus. *Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza. Trudy VII Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Modern problems of Geology, Geophysics and Geoecology of the North Caucasus. Proc. VII All-Russian with internat. Particip. Conf.]*. Moscow, 20-32. (In Russian)
- Goncharov V.I., Bogush I.A., Isaev V.S., Glazyrina N.V., Dzhangirov M.Yu., Darchieva A.E., Vas'kov I.M. (2007) Search criteria and prospects of precious metals of Devonian black-shale strata in the North Caucasus. *Vestn. Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra RAN*, **7**(3), 19-24. (In Russian)
- Gurskaya L.I. (2000) *Platinometall'noe orudenenie chernoslantseвого tipa i kriterii ego prognozirovaniya* [Platinum-metal mineralization of black-shale type and its prediction criteria]. St.Petersburg, VSEGEI Publ., 208 p. (In Russian)
- Gurskaya L.I. (1991) Platinum-group element mineralization associated with the black shales a new stratiform type ore for PGE. *Abstr. VI Internation. Platinym simpos.* Perth, W. Australia, 23p.
- Dodin D.A., Chernyshov N.M., Yatskevich B.A. (2000) *Platinometall'nye mestorozhdeniya Rossii* [Platinum deposits of Russia]. St.Petersburg, Nauka Publ., 735 p. (In Russian)
- Holland H.D. (1979) Metals in black shales – a reassessment. *Econ. Geol.*, **74**, 1676-1680.
- Lazarenkov V.G., Smyslov A.A., Tikhomirov L.I. (1998) Platinum-metal deposits of Russia. *Krupnye i unikal'nye mestorozhdeniya redkikh i blagorodnykh metallov* [Large and unique deposits of rare and noble metals]. St.Petersburg, St.Petersburg GI Publ., 210-230. (In Russian)
- Mao J., Leman B., Du A., Zhang G., Ma D., Wang Y., Zeng M., Kerrich R. (2002) Re-Os Dating of Polymetallic Ni-Mo-PGE-Au Mineralization in Low Cambrian Black Shales of South China and Its Geologic Significance. *Econ. Geol.*, **97**, 1051-1060.
- Parada S.G. (2017) Background and signs of platinum in hyperbasite massifs of the North Caucasus. *Nauka Yuga Rossii*, **13**(1), 59-73. (In Russian)
- Parada S.G., Markin M.Yu., Stolyarov V.V., Shishkalov I. Yu. (2014) The first chemical and analytical data on the platinum content of the Bedensky serpentinite massif (Karachai-Cherkess Republic). *Dokl. Akad. Nauk*, **454**(5), 567-569. (In Russian)
- Ploshko V.V. (1986) *Giperbazity Karpato-Krymsko-Kavkazskoi skladchatoi sistemy* [Hyperbasites of the Carpatho-Crimean-Caucasian folded system]. Kiev, Nauk. Dumka Publ., 192 p. (In Russian)
- Ryabov G.V. (1994) Platinum-bearing ores of pyritic objects of the North Caucasus (on the example of the Urup field). *Geologiya, otsenka i lokalnyi prognoz mestorozhdenii tsvetnykh, redkikh i blagorodnykh metallov* [Geology, assessment and local forecast of deposits of non-ferrous, rare and noble metals]. Novocherkassk, YuRGU(NPI) Publ., 25-32. (In Russian)

REFERENCES